

**О.Б. БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ**, канд. техн. наук, доцент, НТУ «ХПІ», Харків

## **ВИКОРИСТАННЯ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ УКРАЇНИ**

У роботі проведено аналіз сучасного стану електроенергетики України. Розглянуто особливості економіко-математичного моделювання в електроенергетиці. Наведено приклад оптимізаційної задачі в електроенергетиці, складено її економіко-математичну модель і розв'язано за допомогою MS Office Excel. Також проведено аналіз оптимального розв'язку задачі на чутливість, на підставі якого запропоновано рекомендації щодо максимізації прибутку.

В работе проведен анализ современного состояния электроэнергетики Украины. Рассмотрены особенности экономико-математического моделирования в электроэнергетике. Приведен пример оптимизационной задачи в электроэнергетике, составлена она экономико-математическую модель и развязано с помощью MS Office Excel. Также проведен анализ оптимального решения задачи на чувствительность, на основании которого предложены рекомендации относительно максимизации прибыли.

In the report analysis of the modern state of Ukrainian power industry is presented. The features of economic and mathematical modeling in the power industry are considered. The example of optimization task is presented in the power industry. Its economic and mathematical model is made. The task is solved by MS Office Excel. Also the sensitivity analysis of optimal decision of task is executed. Recommendations for profit maximization are proposed.

**Вступ.** Електроенергетика – це важлива галузь промисловості України. Приблизно половина всього первинного палива (вугілля, нафта, газ, уран), яке здобуває або імпортує Україна, а також енергія окремих річок використовується для виробництва електро- і теплоенергії. Розвиток електроенергетики стимулює створення нових промислових вузлів. Окремі галузі промисловості територіально наближені до джерел дешевої електроенергії, наприклад, кольорова металургія. Переважно електроенергію на Україні виробляють ТЕС, ГЕС, ГАЕС і АЕС. Проте Україна задовольняє свої потреби в енергоспоживанні лише на 53% та імпортує 75% необхідного обсягу природного газу, 85% сирової нафти та нафтопродуктів. Така структура паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) є економічно неспроможною. Це породжує залежність економіки України від країн-експортерів нафти та газу і є загрозою для її енергетичної та національної безпеки [1]. Ефективним способом дослідження ефективності використання ПЕР в енергетиці та в інших галузях промисловості є математичне моделювання, що дозволяє подати реальну систему у вигляді математичних і логічних співвідношень, які описують структуру та функції реальної системи. Хоча математична модель і відрізняється за своєю природою від оригіналу, проте дослідження властивостей оригіналу за допомогою економіко-математичної моделі зручніше, дешевше, забирає менш часу порівняно з фізичним моделюванням, яке використовується в

техніці (тобто має ту ж природу, що і оригінал). Більш того, цілий ряд економічних систем неможливо зобразити за допомогою фізичних моделей. *Економіко-математична модель* – це математичний опис економічного процесу чи явища з метою його дослідження та керування. Вона включає в себе систему рівнянь та нерівностей математичного опису економічних процесів і явищ, які складаються з набору змінних і параметрів [2, 3]. Тому використання економіко-математичного моделювання в електроенергетиці України є актуальним та має важливе практичне значення.

**1. Економіко-математична модель.** Особливе місце серед економіко-математичних моделей займає *оптимізаційна модель*, що дозволяє з декількох альтернативних варіантів вибрати найкращий за будь-якою ознакою [2, 3].

Для побудови оптимізаційної моделі, що задана в текстовій формі, необхідно [3]:

- 1) ввести позначення для невідомих задачі;
- 2) проаналізувати та зафіксувати обмеження для них;
- 3) скласти систему обмежень задачі; 4) скласти цільову функцію та встановити вигляд екстремуму.

Якщо цільова функція та система обмежень є лінійно залежними від змінних, то економіко-математична модель оптимізаційної задачі формулюється таким чином [2].

Дана система обмежень

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \leq b_i & (i=1,2,...,k) \\ \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j = b_i & (i=k+1,k+2,...,m) \end{cases} \quad (1)$$

і цільова функція

$$F = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (2)$$

Необхідно знайти такий розв'язок системи  $X = (x_1, x_2, ..., x_j, ..., x_n)$ , де

$$x_j \geq 0 (j=1,2,...,l; \quad l \leq n) \quad (3)$$

при якому цільова функція (2) приймає оптимальне (тобто максимальне або мінімальне) значення. Цільова функція виражає критерій оптимальності, у якості якого найчастіше приймається *економічний критерій*, що являє собою мінімум витрат (фінансових, енергетичних, сировинних, трудових) на реаліза-

цію поставленої задачі. В електроенергетиці в залежності від умов задачі можуть прийматися і інші критерії оптимальності, а саме [4]:

- 1) критерій надійності електропостачання;
- 2) критерій якості електроенергії;
- 3) критерій найменшої негативної дії на довколишнє середовище (екологічний критерій).

**2. Методологія та чисельні результати.** Розглянемо приклад оптимізаційної задачі в електроенергетиці [4]. Визначити максимальний прибуток підприємства, що випускає вироби трьох видів ( $i = 1, 2, 3$ ). Для виготовлення кожного  $i$ -го виробу необхідно три види ресурсів: енергетичні, фінансові та сировинні ( $j = 1, 2, 3$ ).

*Вихідні дані:* 1) наявність на підприємстві кожного  $j$ -го ресурсу  $b_j$ ;  $b_1 = 50$  о.е. (одиниць енергії),  $b_2 = 100$  у.о.,  $b_3 = 150$  о.с. (одиниць сировини);

2) норма витрати  $j$ -го ресурсу на один виріб  $i$ -го виду:

а) енергії  $a_{11} = 2$ ,  $a_{12} = 2$ ,  $a_{13} = 3$  о.е.;

б) фінансових засобів  $a_{21} = 6$ ,  $a_{22} = 5,5$ ,  $a_{23} = 4$  у.о.;

в) сировини  $a_{31} = 4$ ,  $a_{32} = 6$ ,  $a_{33} = 8$  о.с.;

3) прибуток  $z_i$  від реалізації одного  $i$ -го виробу:  $z_1 = 8$ ,  $z_2 = 11$ ,  $z_3 = 12$  у.о.;

4) мінімальна кількість  $b_4$  всіх видів виробів, які підприємство повинно виготовити:  $b_4 = 15$  виробів.

*Розв'язання.* Позначимо кількості 1-го, 2-го та 3-го видів виробів через  $x_1, x_2, x_3$ . Тоді економіко-математична модель задачі прийме вигляд:

$$Z = 8x_1 + 11x_2 + 12x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 2x_1 + 2x_2 + 3x_3 \leq 50, \\ 6x_1 + 5,5x_2 + 4x_3 \leq 100, \\ 4x_1 + 6x_2 + 8x_3 \leq 150, \\ x_1 + x_2 + x_3 \geq 15. \end{cases}$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0.$$

Розв'яжемо задачу на ЕОМ із застосуванням MS Office Excel (рис. 1) [4, 5].

	A	B	C	D	E	F	G
1				<b>ЗМІНИ</b>			
2	Ім'я	X1	X2	X3			
3	Значення	0	11,76471	8,823529	Значення	Напрямок	
4	Коеф. ЦФ	8	11	12	235,29412	<b>max</b>	
5							
6				<b>ОБМЕЖЕННЯ</b>			
7	Вид				Лів. частина	Знак	Прав. частина
8	Енергія	2	2	3	50	<=	50
9	Фінанси	6	5,5	4	100	<=	100
10	Сировина	4	6	8	141,17647	<=	150
11	Всього	1	1	1	20,588235	>=	15

Рис. 1. – Вихідні дані та результати задачі.

Оскільки кількість виробів не може бути дробовим числом, то округляємо до найближчих цілих чисел. Таким чином, для одержання підприємством прибутку вироби 1-го виду випускати не потрібно, вироби 2-го та 3-го видів треба випускати у кількості  $x_2 \approx 12$ ,  $x_3 \approx 9$  відповідно. Максимальний прибуток дорівнює  $Z \approx 235,29$  у.о.

Проведемо аналіз оптимального розв'язку на чутливість (рис. 2) [5].

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Microsoft Excel 11.0 Отчет по устойчивости							
2	Рабочий лист: [Книга1]Лист1							
3	Отчет создан: 30.11.2011 22:55:36							
4								
5								
6	Изменяемые ячейки							
7								
8	Ячейка	Имя	Результ. значение	Нормир. стоимость	Целевой Коэффициент	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение	
9	\$B\$3	Значення X1	0	-3,529411765	8	3,529411765	1E+30	
10	\$C\$3	Значення X2	11,76470588	0	11	5,5	3	
11	\$D\$3	Значення X3	8,823529412	0	12	4,5	4	
12								
13	Ограничения							
14								
15	Ячейка	Имя	Результ. значение	Теневая Цена	Ограничение Правая часть	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение	
16	\$E\$8	Енергія Лів. частина	50	2,588235294	50	3,75	13,63636364	
17	\$E\$9	Фінанси Лів. частина	100	1,058823529	100	37,5	33,33333333	
18	\$E\$10	Сировина Лів. частина	141,1764706	0	150	1E+30	8,823529412	
19	\$E\$11	Всього Лів. частина	20,58823529	0	15	5,588235294	1E+30	
20								

Рис. 2. – Звіт зі стійкості

З рис. 2 видно, що для збільшення прибутку необхідно збільшити запас енергетичних ресурсів на 3,75 о.е., а фінансових – на 37,5 у.о. Так, при збільшенні тільки енергетичних ресурсів одержимо:  $x_1 = 0$ ,  $x_2 = 10$ ,  $x_3 \approx 11$ ,  $Z_1 = 245$ , а при збільшенні тільки фінансових ресурсів –  $x_1 = 0$ ,  $x_2 = 25$ ,

$x_3 = 0$ ,  $Z_2 = 275$ . Отже, насамперед вигідно збільшувати запаси фінансових ресурсів.

### **Висновки**

1. Проведено аналіз сучасного стану електроенергетичної галузі та використання ПЕР в Україні. Наголошено, що ефективним способом дослідження ефективності використання ПЕР в електроенергетиці є математичне моделювання.

2. Розглянуто особливості економіко-математичного моделювання в енергетиці, а саме застосування крім економічного критерію оптимальності критеріїв надійності електропостачання, якості електроенергії та найменшої негативної дії на довколишнє середовище.

3. Наведено приклад оптимізаційної задачі в електроенергетиці, складено її економіко-математичну модель та розв'язано із застосуванням MS Office Excel.

4. Проведено аналіз оптимального розв'язку задачі на чутливість, на підставі якого запропоновано рекомендації щодо максимізації прибутку, а саме збільшення запасів фінансових ресурсів.

**Список літератури:** 1. Білоцерківський О.Б. Сучасний стан та перспективи розвитку енергозбереження в Україні // Матеріали VII-го міжнародного форуму молодіжи «Молодежь и сельскохозяйственная техника в XXI веке», 6-7 апреля 2011 г. – Х.: ХНТУСГ, 2011. – С. 153. 2. Білоцерківський О.Б., Ширяєва Н.В., Замула О.О. Економіко-математичне моделювання: текст лекцій. – Х.: НТУ „ХПІ”, 2010. – 108 с. 3. Білоцерківський О.Б., Замула О.О. Оптимізація прибутку при районуванні сільськогосподарських культур // Вісник Харк. Нац. Техн. Ун-ту сільського господарства: Економічні науки. Вип. 105. – Х.: ХНТУСГ, 2010. – С. 174-178. 4. Костин В.Н. Оптимизационные задачи электроэнергетики. – СПб.: СЗТУ, 2003. – 120 с. 5. Мур Д.Х., Уэдерфорд Л.Р. Экономическое моделирование в Microsoft Excel. – М.: Вильямс, 2004. – 1024 с.

*Надійшла до редколегії 09.11.11*

УДК 365.28: 332.822

**О.В. БОНДАРЕНКО**, асистент, ХНАМГ, Харків

### **СТВОРЕННЯ АНТИКРИЗОВОЇ МОДЕЛІ ІПОТЕЧНОГО КРЕДИТУВАННЯ**

Розглядаються проблеми іпотечного житлового кредитування в умовах кризи в Україні. З метою активізації залучення коштів від підприємств і громадян, пропонується створення міського (регіонального) фонду іпотечного кредитування.

**Ключові слова:** іпотечне кредитування, антикризова модель.

Рассматриваются проблемы ипотечного жилого кредитования в условиях кризиса в Украине. С целью активизации привлечения средств от предприятий и граждан, предлагается создание городского (регионального) фонда ипотечного кредитования.

**Ключевые слова:** ипотечное кредитование, антикризисная модель.